

⑭ 特許公報 (B2)

平4-67607

⑮ Int. Cl.

G 01 C 3/06
G 02 B 7/32
G 03 B 13/36

識別記号

庁内整理番号

A 9008-2F

⑯⑯公告 平成4年(1992)10月28日

7811-2K G 02 B 7/11
7811-2K G 03 B 3/00

B

A

発明の数 1 (全9頁)

⑯ 発明の名称 距離測定方法

⑭ 特 願 昭60-22798

⑯ 公 開 昭61-182516

⑭ 出 願 昭60(1985)2月9日

⑯ 昭61(1986)8月15日

⑯ 発明者 反町 誠 宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 ⑯ 出願人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 ⑯ 代理人 弁理士 山下 穣平
 ⑯ 審査官 片寄 武彦

1

2

⑯ 特許請求の範囲

1 同一の焦点距離を有する2つのレンズを光軸が平行になる様に適宜の距離隔てて配置し、各レンズの後方に同一距離隔てて光軸と垂直に照度分布測定手段を配置し、各レンズによる各測定手段における物体の像の照度分布の相関をとることにより2つの像の各光軸からのズレ量の差を求め、これに基づき物体までの距離を算出する距離測定方法において、照度分布測定手段として受光要素を2次元的に配列してなるものを用い、これら受光要素の2つの配列方向のうちの1つを両レンズの光軸を含む面と平行な方向とし、各レンズによる各測定手段の或る部分における物体の像の照度分布の相関をとることにより或る方向に存在する物体までの距離を算出し、該算出を各測定手段の複数の部分について行なうことにより複数の方向に存在する物体までの距離を算出することを特徴とする、距離測定方法。

2 一方の照度分布測定手段の各部分の出力信号と該部分に対応する他方の照度分布測定手段の部分の出力信号とをセットとして各並列配置信号処理手段に入力せしめ、複数の方向に存在する物体までの距離を並行して算出する、特許請求の範囲第1項の距離測定方法。

3 2つの照度分布測定手段が実質上同一の受光要素配列を有する、特許請求の範囲第1項の距離測定方法。

4 2つの照度分布測定手段のレンズ光軸に対する相対的配置が両光軸を含む面と平行な方向にずれている、特許請求の範囲第3項の距離測定方法。

5 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は距離測定方法に関し、特に多方向に存在する物体までの距離を光学的に測定するための方法に関する。この様な距離測定方法は環境認識

10 の1つの手段として利用される。

【従来の技術】

測定装置から被測定物である物体までの距離を測定することは種々の目的で利用される。

たとえば、自走ロボットにおいて周囲環境の認識のため上記の様な距離測定が行なわれる場合がある。そして、かくして得られた情報に基づき、ロボットは物体への衝突を避けながら走行することができる。

更に、上記の様な距離測定を利用するものとして、自動車の衝突防止装置がある。この装置においては、距離測定により得られた情報に基づき、自動車が他の自動車または壁等の物体に対し所定の距離よりも近づいた時に運転者に対し警告を発するか、あるいは自動車を停止または減速させるための指示を発することがなされる。

以上の様な距離測定のために被測定物に対し超音波を射出し反射により戻ってくる超音波を解析

するという方法が用いられることがある。しかしながら、超音波を用いる方法は被測定物が小さい場合には測定が困難になり、更に測定の分離能が低いという問題がある。

一方、上記の様な距離測定を光学的に行なうことと考えられ、その1つの方法としてステレオ法がある。以下、ステレオ法の概略を説明する。

第6図a及びbはステレオ法の原理を説明するための図である。図において、101, 102は焦点距離の等しいレンズであり、101A, 102Aはそれぞれそれらの光軸である。レンズ101, 102は光軸101A, 102Aが平行になる様に且つレンズ中心間を結ぶ線(基線)が光軸101A, 102Aと直交する様に配置されている。レンズ101の後方には該レンズ101の焦点距離fだけ離れた位置に測定手段103が配置されており、レンズ102の後方にはfだけ離れた位置に測定手段104が配置されている。これら測定手段103, 104はレンズ101, 102の基線方向と平行な方向の1つの直線上に配置されている。

第6図aにおいては被測定物である物体105が光軸101A上の無限遠に存在する。この場合には、レンズ101による測定手段103上での物体105の像106は光軸101A上に存在し、同様にレンズ102による測定手段104上での物体105の像107は光軸102A上に存在する。

第6図bにおいては物体105が光軸101A上において有限の距離Qだけ離れた位置に存在する。この場合には、レンズ101による測定手段103上での物体105の像106は光軸101A上に存在するが、レンズ102による測定手段104上での物体105の像107は光軸102Aから離れた位置に存在する。

従つて、像107の光軸102Aからのズレ量dを測定手段で検出することによって、レンズ101, 102と測定手段103, 104との間の距離fと基線長1とから、測定すべき距離Rは次の式により計算処理で求めることができる。

$$Q = \frac{f \cdot d}{f - d}$$

ところで、一般に被測定物である物体は広がりをもつて測定手段上にはある範囲にわたって画

像が形成される。このため、同一物体上の同一物点の像を特定することは困難である。

そこで、以上の様なステレオ法においては、測定手段103, 104により像106, 107の位置を求めるために、一方の測定手段103における照度分布と他方の測定手段104における照度分布との相関をとることが行なわれる。

第7図a, b及びcはこの様な相関法の原理を説明するための図である。

測定手段103, 104としては、たとえば自己走査型センサであるCCDアレイが用いられる。周知の様に、CCDアレイは 10μ 程度の幅の多数個の微小セグメントの受光要素から構成されており、各受光要素で検出した像の照度に対応した電気信号を予め定められた順序に従つて時系列信号として出力することができる。

第7図aにおいて、レンズ101に対応する測定手段であるCCDアレイ103はn個の受光要素を有し、レンズ102に対応する測定手段であるCCDアレイ104はm個の受光要素を有する($m > n$)、即ち、光軸101A上の物体までの距離を測定するとすれば、レンズ101による像106は物体までの距離に無関係に光軸101A上に存在するが、レンズ102による像107は物体までの距離に応じて位置が変化するので、CCDアレイ104にはCCDアレイ103よりも多くの受光要素が設けられているのである。この様な配置において、CCDアレイ103を基準視野と称し、CCDアレイ104を照照視野と称する。

第7図aに示される様な配置における基準視野及び参照視野での照度分布は第7図bに示される様になる。即ち、レンズ101に関する物体105及び像106の光軸方向の結像関係はレンズ102に関する物体105及び像107の光軸方向の結像関係と等しい(即ち、倍率が等しい)ので、像106の照度分布と像107の照度分布とは光軸から距離Dだけズレた点が異なるのみである。

従つて、CCDアレイ103, 104からは第7図cに示される様な各受光要素に対応する出力が時系列的に得られる。

そこで、2つのCCDアレイの出力の相関をとるため、先ず基準視野における第1~n番目の受

光要素の出力 $S_1 \sim S_n$ と参照視野における第 1 ~ n 番目の受光要素の出力 $R_1 \sim R_n$ との対応する出力どうしの差の和

$$COR_1 = \sum_{k=1}^n (S_k - R_k)$$

を求める。次に、同様にして、基準視野における第 1 ~ n 番目の受光要素の出力 $S_1 \sim S_n$ と参照視野における第 2 ~ ($n + 1$) 番目の受光要素の出力 $R_2 \sim R_{n+1}$ との対応する出力どうしの差の和

$$COR_2 = \sum_{k=1}^n (S_k - R_{k+1})$$

を求める。以下、同様にして

$$COR_{m-n+1} = \sum_{k=1}^n (S_k - R_{k+m-n})$$

まで求める。

この様にして求めた ($m - n + 1$) 個の値のうちで最も小さい値 (理想的には 0) となる COR の番号を選び、その番号に CCD アレイの 1 受光要素の幅幅を乗することにより上記 d の値を求めることができる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

以上の様な相関法を用いた距離測定を單一方向のみでなく 2 次元的にある広がりをもつ多方向の距離測定に利用する場合には、1 つの方法として測定手段全体を機械的に回動させながら各方向において上記の如き距離測定を行なうことが例示できる。

しかしながら、この方法では機械的な駆動機構が必要となり、またこの駆動に時間がかかり短時間での測定ができないという問題がある。更に、この方法では 2 次元的距離パターンの記録に際し測定手段からの信号と機械的駆動手段からの方位信号とを合わせて記録することが必要となり、信号処理が複雑となる。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明によれば、以上の如き従来技術の問題点を解決するものとして、照度分布測定手段として受光要素を 2 次元的に配列してなるものを用い、これら受光要素の 2 つの配列方向のうちの 1 つを両レンズの光軸を含む面と平行な方向とし、各レンズによる各測定手段の或る部分における物体の像の照度分布の相関をとることにより或る方向に存在する物体までの距離を算出し、該算出を各測定手段の複数の部分について行なうことにより複

数の方向に存在する物体までの距離を算出することを特徴とする、距離測定方法が提供される。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら本発明の距離測定方法の具体的実施例を説明する。

第 1 図 a, b 及び c は本発明方法の一実施例を説明するための図であり、第 1 図 a は平面図を表わし、第 1 図 b は側面図を表わし、第 1 図 c は正面図を表わす。図において、1, 2 は焦点距離の等しいレンズであり、1A, 2A はそれぞれそれらの光軸である。レンズ 1, 2 は光軸 1A, 2A が平行になる様に且つ基線が光軸 1A, 2A と直交する様に配置されている。光軸 1A, 2A 間の距離は 1 である。3, 4 はそれぞれレンズ 1, 2 に対応する 2 次元照度分布測定手段たとえば CCD 2 次元センサである。センサ 3, 4 はレンズ 1, 2 に対し該レンズ 1, 2 の焦点距離 f だけ離れて、光軸 1A, 2A と直交する様に配置されている。

第 1 図 c に示される様に、2 つのセンサ 3, 4 は同一の受光要素配列を有し、即ち X 方向に i 個及び Z 方向に j 個の 2 次元配列を有する。また、光軸 1A に対するセンサ 3 の配置と光軸 2A に対するセンサ 4 の配置とは同一である。

第 1 図 a, b において、5 は被測定物である物体である。図示される様に、物体 5 はレンズ 1 の中心からみて光軸 1A に対し X 方向に角度 θ 及び Z 方向に角度 ϕ の方向に存在している。レンズ 1, 2 によるセンサ 3, 4 上での物体 5 の像はそれぞれ 6, 7 である。

第 1 図 c に示される様に、センサ 3 の受光要素のうちで像 6 が位置している Z 方向 h 番目のラインにおける X 方向 q 番目の受光要素を含む Z 方向 h 番目ライン中の X 方向 $p \sim r$ 番目の受光要素を基準視野 10 として選択する。同様にしてセンサ 4 の受光要素のうちで像 7 が位置している Z 方向 h 番目のラインにおける X 方向 q' 番目の受光要素を含む Z 方向 h 番目ライン中の X 方向 $p' \sim r'$ 番目の受光要素を参考視野 11 として選択する。ここで、 $(r - p) < (r' - p')$ 即ち参考視野に属する受光要素数は基準視野に属する受光要素数よりも多い。

かくして選択された基準視野 10 と参考視野 11 との受光要素の出力信号から、次の様にして物

体 5 までの距離（即ちレンズ 1 の中心から物体 5 までの距離）を算出することができる。

先ず、上記従来法と同様にして基準視野 10 と参照視野 11 における照度分布の相関をとることにより δ 即ち 2 つのセンサ 3, 4 における像 6, 7 の相対的位置ズレ量を求める。次に、

$$\delta / f = 1 / a$$

の関係から

$$a = \frac{f}{\delta}$$

を求める。次に、 $b = a \sec\theta$ を求め、且つ $c = a \tan\phi$ を求める。かくして、物体 5 までの距離

$$Q (= \sqrt{b^2 + c^2})$$

$$R = a \sqrt{\sec^2\theta + \tan^2\phi}$$

として算出される。

以上の様な距離の算出を (θ, ϕ) の適宜の数値の組について行なうことにより多方向の距離を測定することができる。もちろん、 (θ, ϕ) の組に応じてセンサ 3, 4 の基準視野 10 及び参照視野 11 は適宜選択される。

実際には、センサ 3 の受光面をいくつかのプロックに分けて、該プロック毎に基準視野を設定し、全プロックに関し距離測定を行なうことにより上記 (θ, ϕ) を変化させる。センサ 3 の各プロック内において該プロックに含まれる受光要素の少なくとも一部が基準視野として選択される。これら各基準視野に対応してセンサ 4 の適宜の受光要素が参照視野として選択される。

第 2 図 a は本発明測定方法における他の実施例を説明するための図であり、特にレンズの光軸に対するセンサの配置を示す第 1 図 c と同様な正面図である。センサ 3, 4 の受光要素は同様なパターンで多数のプロックに分けられる。該プロックは X 方向にライン状をなしている。センサ 3 のプロック B に属する受光要素のうちの左端部の受光要素列 10 が該プロックにおける基準視野として選択される。該基準視野 10 の X 方向長さは X_0 である。センサ 3 のプロック B に対応する位置にあるセンサ 4 のプロック B' に属する受光要素のうちの左端部から上記基準視野 10 の長さ X_0 に相当する受光要素列を除く受光要素列 11 が参照視野として選択される。センサ 3, 4 の他のプロックにおいても同様である。

第 2 図 b はセンサ 3 と 4 を重ね合わせた状態を示す。各プロックにおいて、センサ 3 の基準視野 10 とセンサ 4 の参照視野 11 とが重なりあうことなく連続したライン状になる。

本実施例においては 2 つのレンズの光軸 1 A, 2 A に対するセンサ 3, 4 の位置は異なる。即ち、センサ 4 を X 方向に右側に基準視野 10 の長さ X_0 だけ平行移動させたときの光軸 2 A とセンサ 4 との相対的位置関係が光軸 1 A とセンサ 3 との相対的位置関係と同一になる様な配置となつていて。これにより無限遠までの距離の測定を可能としている。

第 3 図は本実施例において用いられる測定装置のプロック図である。

2 つのセンサ 3, 4 は 1 つの駆動回路 17 により同期して駆動せしめられ、それぞれ受光要素から照度信号が時系列的に出力せしめられる。センサ 3, 4 の出力はスイッチング回路 14 により交互に選択され、1 つの時系列信号として合成され 20 て出力される。この時系列信号においては、先ずセンサ 3 の第 1 のプロックにおいて基準視野として選択された受光要素列からの信号、続いてセンサ 4 の第 1 のプロックにおいて参照視野として選択された受光要素列からの信号、続いてセンサ 3 の第 2 のプロックにおける基準視野の受光要素列からの信号、続いてセンサ 4 の第 2 のプロックにおける参照視野の受光要素列からの信号、…、という様な順序で連続した形となる。第 2 図 b から、この様な時系列信号はスイッチング回路 14 において適時にセンサ 3, 4 からの出力のいづれかを選択することにより容易に得ることができる事が分る。

スイッチング回路 14 の出力は A/D 変換回路 15 に入力せしめられ、ここでアナログ信号が 2 ないし 8 ビットのデジタル信号に変換される。かくして、A/D 変換回路 15 から出力せしめられたデジタル信号はスイッチング回路 16 に入力せしめられる。該スイッチング回路 16 において上記 A/D 変換回路 15 からの出力が対応するプロックからの基準視野信号と参照視野信号とのセットごとに分配されてプロック処理回路 18-1, 18-2, … に入力せしめられる。即ち、プロック処理回路 18-1 にはセンサ 3, 4 における各第 1 のプロックからの基準視野信号と参照視野信

号とのセットのみが入力せしめられ、ブロック処理回路 18-2 にはセンサ 3, 4 における各第 2 のブロックからの基準視野信号と参照視野信号とのセットのみが入力せしめられ、以下同様にして各ブロック処理回路にセンサの各ブロックに関する信号が入力せしめられる。各ブロック処理回路においては上記の様な手順によって相関法に基づき各方向の物体までの距離が算出される。

各ブロック処理回路からの出力はスイッチング回路 19 に入力せしめられ、ここで時系列信号に合成されて出力せしめられる。

尚、第 3 図において、CPU 20 により駆動回路 17、スイッチング回路 14, 16、ブロック処理回路 18-1, 18-2, … が制御される。即ち、CPU 20 は駆動回路 17 の信号を制御及び検出して、センサ 3 において選択された基準視野位置及びセンサ 4 において選択された参照視野位置に基づいて、スイッチング回路 14, 16 を制御するとともにブロック処理回路 18-1, 18-2, … に各ブロック毎の (θ 、 ϕ) を与える。

第 4 図は本実施例により得られた距離情報に基づいて動作を行なうロボットのブロック図である。

このロボットは第 3 図に示される距離測定装置を内蔵しており、そのスイッチング回路 19 からの情報は RAM 21 に多方向の距離パターンとして記録される。マップメモリ 22 には過去の距離パターンまたは指令用のマップが格能されており、CPU 23 によりマップメモリ 22 上の距離パターンと現在の距離パターンとを比較し、更に方位センサ 24 からの情報や移動の方向、速度、距離等のセンサあるいは演算処理部からの情報をも取り入れて移動制御回路 25 及びアーム動作制御回路 26 が作動せしめられる。

本実施例によれば、処理回路を簡単化した上で、更に画像メモリを必要とせずに短時間で多方向の距離測定を行なうことができる。

尚、本実施例においては、第 2 図 b に示される様に、2 つのセンサ 3, 4 を重ね合わせた状態において各ブロックの基準視野 10 と参照視野 11 とで当該ブロック全体がカバーされているが、測

定すべき距離範囲によつてはブロック全体をカバーしなくてもよい。第 5 図 a, b はこの様な具体例を示す第 2 図 b と同様の図である。即ち、これらにおいては両センサの同一ブロックにはセンサ 3 において基準視野として選択された受光要素列 10 とセンサ 4 において参照視野として選択された受光要素列 11 と該基準視野及び参照視野のいづれにも選択されなかつた受光要素列 12 とが存在する。この場合には第 3 図の装置におけるスイッチング回路 14 において適宜信号のカットを行なえばよい。

以上の実施例においては画像メモリを必要としない場合が示されているが、測定すべき距離範囲によつては、画像メモリを設けておき、同一ブロック内において基準視野と参照視野とがオーバーラップする様に、または異なるブロックがオーバーラップする様に設定し、必要に応じ画像メモリ内の情報を参照しながら距離の算出を行なうこともできる。

尚、この場合において、第 3 図のセンサ 4 とスイッチング回路 14 との間に遅延回路を介在せしめることにより、画像メモリを省略することができる場合もある。

【発明の効果】

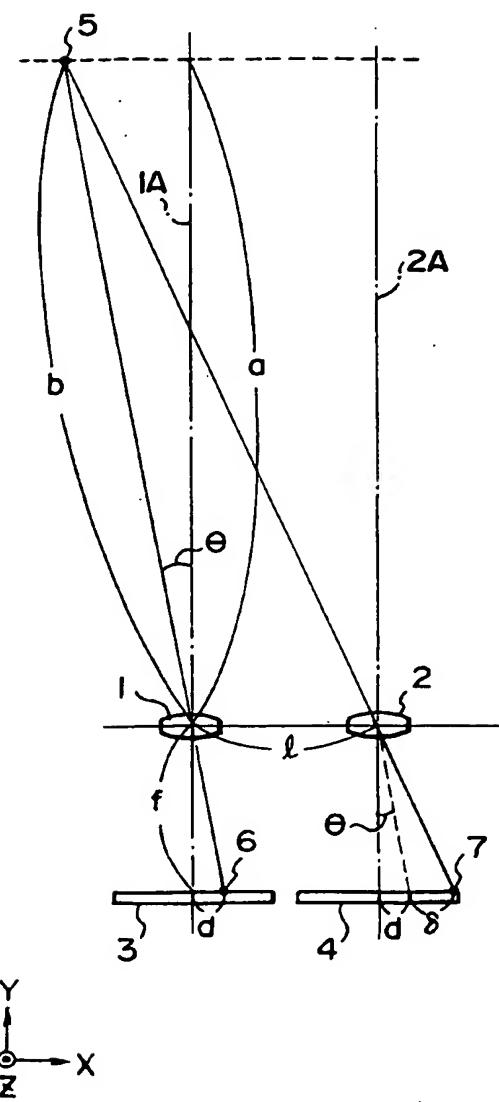
以上のように本発明の距離測定方法によれば、機械的手段を用いることなく短時間で精度良く多方向の距離測定を行なうことができる。また、本発明方法によれば、距離測定の方向は 2 つの照度分布測定手段の対応部分の位置及び大きさを適宜設定することにより比較的自由に選ぶことができ、測定方向の決定に柔軟性がある。

図面の簡単な説明

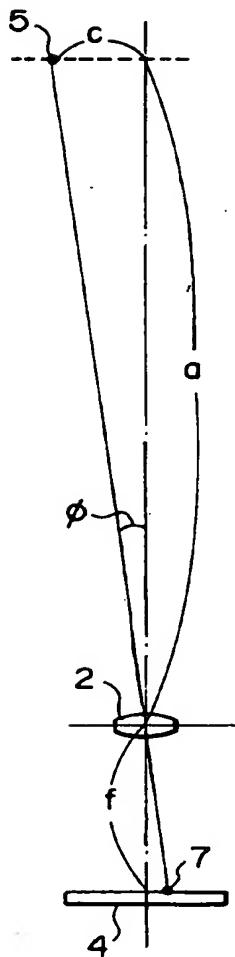
第 1 図 a～c は本発明測定方法を示す図である。第 2 図 a, b 及び第 5 図 a, b はセンサの正面図である。第 3 図は本発明測定方法に使用される装置のブロック図である。第 4 図は自走ロボットのブロック図である。第 6 図 a, b ならびに第 7 図 a～c はステレオ法による距離測定の原理を示す図である。

1, 2: レンズ、1A, 2A: 光軸、3, 4: センサ、5: 物体、6, 7: 像、10: 基準視野、11: 参照視野。

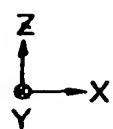
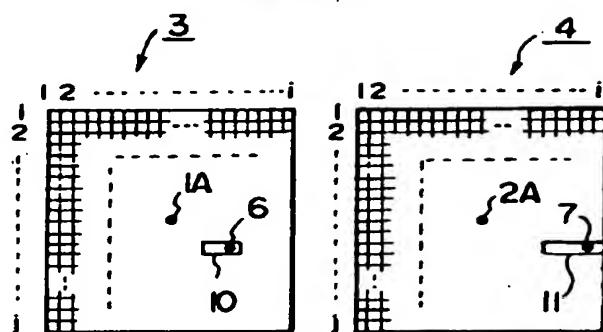
第1図 a



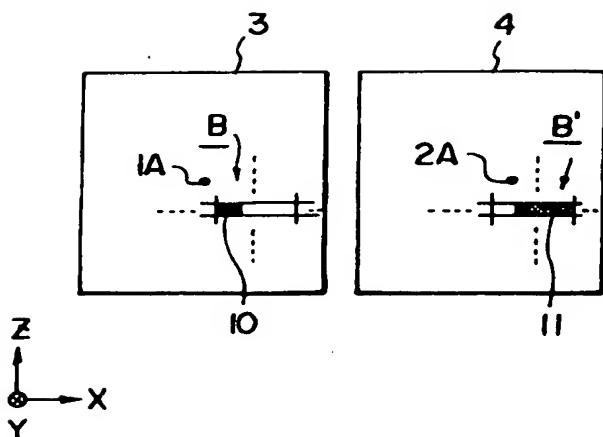
第1図 b



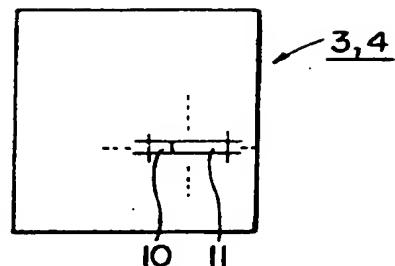
第1図 c



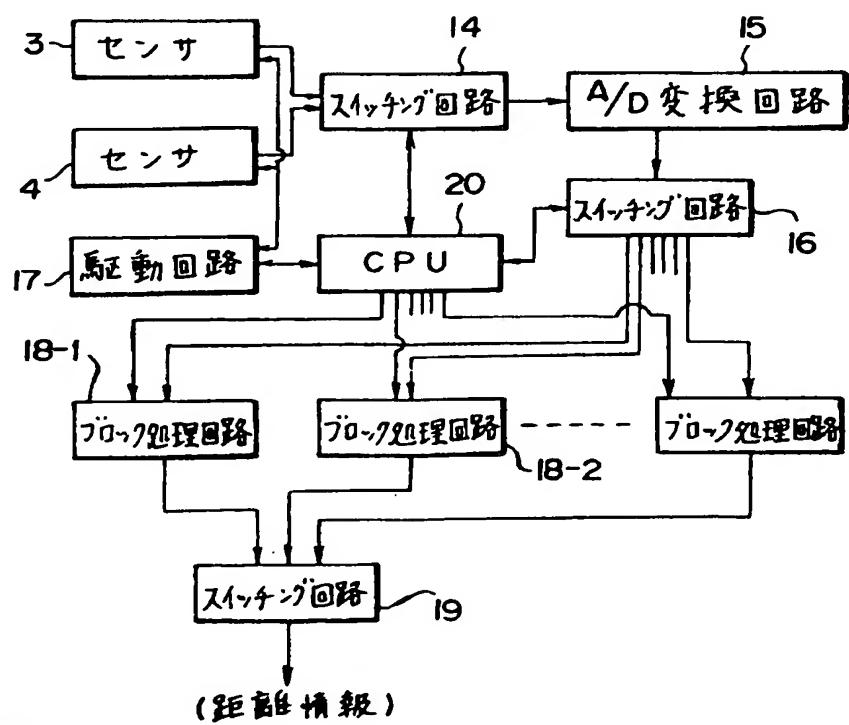
第2図 a



第2図 b

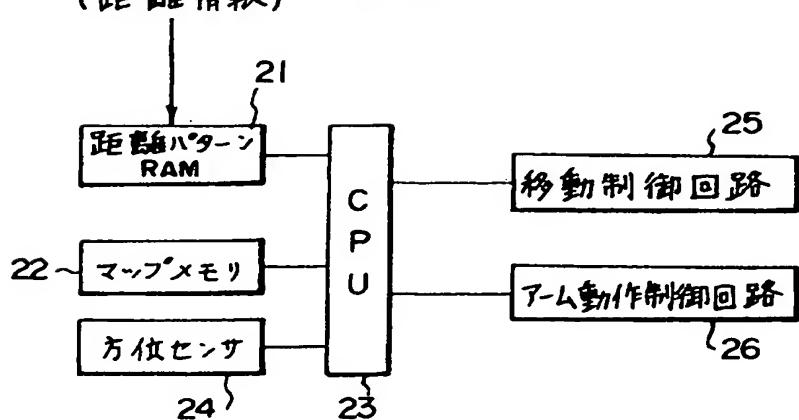


第3図

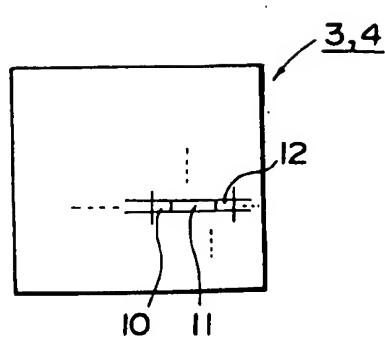


(距離情報)

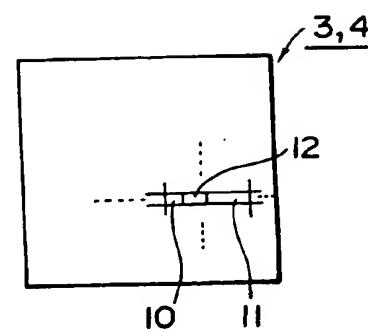
第4図



第5図 a

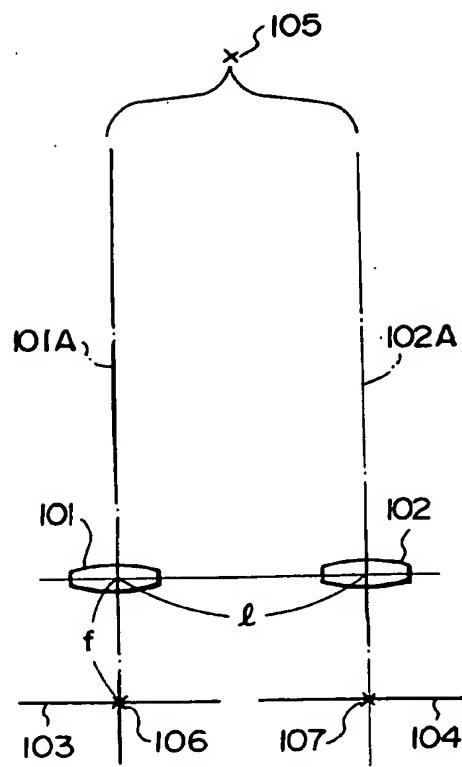


第5図 b

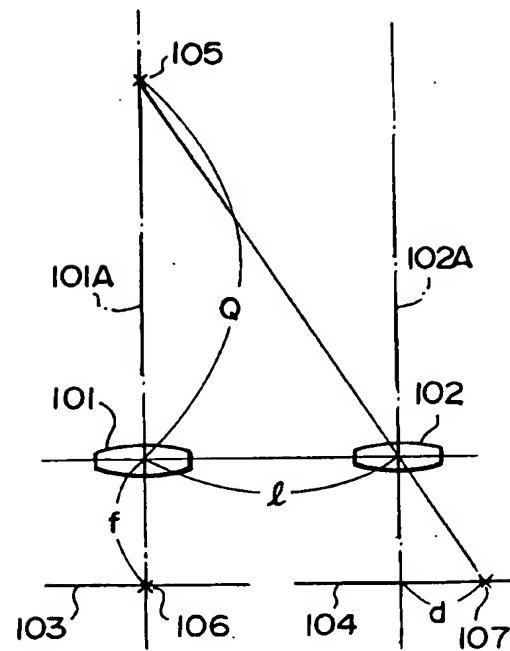


第6図

(a)



(b)



第7図

